

教科教育キャリアアップフィールド

実験を通して理解する分子生物学・分子遺伝学

理科教育専修 松本省吾

1. 概要

平成17年度下記コース名、内容にて12年目岐阜大学研修を実施した。

コース名

実験を通して理解する分子生物学・分子遺伝学

内容

遺伝子治療、遺伝子組換え食品、クローン技術等はすでに身近なものとなりつつあります。これらの背景にある学問的な基礎について実験を通して理解するために以下の内容を予定しています。

1. 学校教育現場で実施可能な様々な生物材料からの DNA 抽出
2. 抽出した自らの DNA を使った遺伝子診断 ーあなたはお酒が飲めるか飲めないかー
3. 大腸菌と高等植物への遺伝子導入

2. 実施状況

本年度の研修コース内容は、主に高等学校生物教員を対象に設定した。理科総合 B、生物 I、生物 II から構成されている高等学校生物では、平成15年度からの新教育課程において分子生物学・分子遺伝学分野の記載が大幅に増えているが、多くの現職教員は学生時代にこれらの分野の講義、実験を受けたことはほとんどないと考えられる。自らの高校時代に学んだことのない分野をいかにして教えるのか悩んでおられる教員を想定してコース設定を行った。

我々の研究室では、大学院生を中心に分子生物学・分子遺伝学分野の教材開発と実践的研究に取り組んでおり、特に実験を通してこれらの分野を理解することが重要であると考えている。概要に記した実験内容の一部は、すでに全国規模で取り組まれており、インターネット等でマニュアルを入手できるとともに、教員を対象とした講習会も行われている。しかしながら、実際に教育現場で実施するとなると、実験であるが故にマニュアル通り行かないといったことが多々あると思われる。そこで今回の研修では、大学院生（含現職教員）も参画して実施した岐山高等学校スーパーサイエンスハイスクール（SSH）関連事業スーパーサイエンス II（SSII）（タイトル：遺伝子を探る）に加わってもらい、自らも実験を行いつつ高校生の取り組みを直接観察・指導することで、より実践的な力をつけてもらうことをねらいとした。以下に個々の実験内容について簡単に紹介する。

1. 学校教育現場で実施可能な様々な生物材料からの DNA 抽出

市販の特級試薬ではなく、身近にある洗剤、食塩等を用いて生物材料からの DNA 抽出を実施した。材料としてはブロッコリー、鶏レバー、白子等がよく用いられるが、今回の研修では、ブロッコリーを用いた。

2. 抽出した白らの DNA を使った遺伝子診断 –あなたはお酒が飲めるか飲めないか–

口腔粘膜細胞から DNA を抽出し、アルデヒドデヒドロゲナーゼ 2 (ALDH2) 遺伝子の多型に基づく遺伝子診断を行った。ALDH2 には ALDH2-1 と ALDH2-2 の 2 つの対立遺伝子が存在しており、ALDH2-2 は点突然変異により 487 番目のアミノ酸が ALDH2-1 のグルタミン酸 (GAA) からリシン (AAA) に置き換わっている。ALDH2-2 から作られるアルデヒドデヒドロゲナーゼ 2 は、ALDH2-1 から作られるものに比べて活性が低いため、ヒトのアルコール (エタノール) 代謝経路で作られるアセトアルデヒドを速やかに酸化して代謝 (分解) できない。つまり、ALDH2-2 対立遺伝子を両親から受け継いだヒトは、飲酒後血中アセトアルデヒド濃度が上昇し、顔が赤くなったり、動悸がするといったフラッシング反応を引き起こすいわゆるお酒に弱いヒトであると言える。対立遺伝子の組み合わせからは、ALDH2-1/2-1、ALDH2-1/2-2、ALDH2-2/2-2 の 3 種類の遺伝子型が生じるが、ALDH2-1/2-1 のヒトはお酒が飲めるタイプ、ALDH2-2 を 1 つ持つ ALDH2-1/2-2 のヒトは飲めるがすぐ顔に出るタイプ、ALDH2-2 を 2 つ持つ ALDH2-2/2-2 のヒトは飲めないタイプとなる。抽出した DNA を鋳型とし、ALDH2-1、ALDH2-2 特異的プライマーを用いたポリメラーゼ連鎖反応により、ALDH2 の遺伝子型を決定した。

自らの DNA を取り出し、そこから自身の手で遺伝子情報を読み取る本実験は、大変興味深いものであると思われるが、遺伝子診断結果は究極の個人情報であり、サンプルやデータの取り扱いには慎重さが求められる。決して安易に様々な実験を教育現場で行うべきではないと考えるが、今回の研修内容に関しては、学校教育現場でも積極的に活用し、高校生がお酒に対する自分の体質を知ること、将来大学や職場で自分の体質にあった飲み方を守ってもらいたいと願っている。

3. 大腸菌と高等植物への遺伝子導入

大腸菌への遺伝子導入では「光る大腸菌」の実験を実施した。「光る大腸菌」の実験とは、大腸菌 K-12 株に、オワンクラゲ由来の緑色蛍光タンパク質 (GFP) をコードする遺伝子と選抜マーカーとしてアンピシリン (抗生物質) 耐性遺伝子を導入し、導入遺伝子の発現によって紫外線照射下で大腸菌を光らせる (緑色蛍光を見る) 実験である。本実験は、数年前より講習会等によく実施されており、詳細なテキスト (教師用、生徒用それぞれある) や実施に際して必要な書類、器具、試薬等を始めとする各種資料が揃えられている。例えば、バイオ・ラッド (株) より市販されているキットを用いれば、誰でも期待する結果が得られるようなほぼ完璧なマニュアルが用意されているとあってよい状況にある。講習会では実験は時間に沿って効率よく進められ、また、考察もマニュアル通りに進められる傾向にあるが、本研修では実施後教員や高校生から、「遺伝子導入操作を行った大腸菌をアンピシリンの入っていない培地で増殖させたら、どの程度光るのか」、「GFP 遺伝子発現を誘導するアラビノースを遺伝子導入された大腸菌に後から与え

ると、与えられた大腸菌のみ光るのか」といった疑問が出された。これらの疑問が生じることは、受け身でなく自ら実験課題に主体的に取り組んだことの何よりの証であり、次年度これらの疑問に対する実験を新たに実施する予定である。なお、時間の都合により今回植物への遺伝子導入実験は実施しなかった。

4. 課題と展望

予算や時間の都合上、毎年実験を主体としたコースを実施できる保証はないことから、今回の研修内容をビデオ収録しメディア教材を開発していくことにした。本教材を次年度以降の研修に生かすと同時に、学校教育現場でも活用されることを願っている。

筆者はかつて微生物由来の抗生物質耐性遺伝子を導入した植物体を初めて作製したときのことをよく覚えている。自殖にて遺伝子導入した植物体から種子を得、抗生物質入りの培地上に播種して育成した際、生育個体と枯死個体が3:1の割合に分離するのを観察した。このとき、見た目は全く正常な植物体に確かに遺伝子導入されていることを確認すると同時に、メンデルの遺伝の法則を再認識した。今回、植物への遺伝子導入実験は実施しなかったが、今後、最先端の技術を生かして生物分野の基礎を知る教材開発を進め、研修を通して教育現場にも取り入れられるようになればと考えている。